

3

第93121956號初審引證附件

# 中華民國專利公報 [19] [12]

[11]公告編號：451038

[44]中華民國 90年(2001) 08月21日

發明

全 3 頁

[51] Int.Cl<sup>06</sup>: F16C33/32

[54]名稱：混合式斜觸滾珠軸承

[21]申請案號：089118307

[22]申請日期：中華民國 89年(2000) 09月07日

[30]優先權：[31]99-11472

[32]1999/09/14 [33]法國

[72]發明人：

畢貝 阿讓 尙

法國

蓋黑 尙皮耶 安德烈

法國

[71]申請人：

SNFA股份有限公司

法國

[74]代理人：詹銘文 先生

1

2

[57]申請專利範圍：

1.一種斜觸滾珠軸承包含：

-一個鋼鐵外環(2)由兩道處於背靠背且由滾動溝形成之內滾動軌道(9,10)，滾動溝之凹處徑向地朝向滾動軸(X-X)及軸向地朝各自的側面，

-一個鋼鐵內環(3)由兩個處於並排且一個靠一個適於成為軸向預負荷之半個內環(4,5)組成。它有一個由滾動溝形成之外滾動軌道(15,18)，其中滾動溝之凹處徑向地朝向軸承之內部且軸向地朝向另一個半個內環(5,4)，因此每個半個內環(4,5)之外滾動軌道(15,18)是分別相對於外環(2)之兩個內滾動軌道(9,10)的其中之一個，

-兩排滾珠(1)，其中的每排滾珠(1)位於兩道滾動軌道(9-15；10-18)之間，其中之一軌道相對照於另一軌道，且用上述兩道滾動軌道而斜角接觸，且

-兩個滾珠(1)外殼(19,20)分別抓住一排的滾珠(1)，且被放置在相應之外環(2)

與半個內環(4,5)之間。其特徵為兩排滾珠(1)皆為陶瓷材質，至少是在表面，及鋼鐵環(2,3)至少在滾珠軌道(9,10,15,18)上覆蓋一層含鉻合金。

5. 2.如申請專利範圍第1項所述的斜觸滾珠軸承，其中軸承的特徵是滾珠(1)皆以陶瓷燒結。
- 3.如申請專利範圍第1或2項所述的斜觸滾珠軸承，其中軸承的特徵是陶瓷至少部分用 Si3N4 或 TiC 所組成。
10. 4.如申請專利範圍第1或2項所述的斜觸滾珠軸承，其中軸承的特徵是外環鋼鐵((2)與鋼鐵內環(3)之鋼鐵皆選自下列之鋼鐵材質：傳統之軸承鋼鐵至少接受過真空下的抗腐，最佳的材質類型是100C 6 VIM-VAR，或是不銹鋼，最佳的材質類型是 PYROWEAR 675 或 XD15N。
15. 5.如申請專利範圍第1或2項所述的斜觸滾珠軸承，其中軸承的特徵是鉻合金
- 20.

(2)

3

保護層是一層密度與含量大的鉻保護層，其厚度大約是  $2\ \mu\text{m}$  至  $5\ \mu\text{m}$  之間，以電解沉澱方式來實施。

6.如申請專利範圍第1或2項所述的斜觸滾珠軸承，其中軸承的特徵是滾珠(1)之外殼(19,20)有一部分外側周邊部分(21)徑向地朝外部移動且相對於其內側周邊部分(22)，經由此內側周邊部分(22)上述外殼(19,20)以圓柱形支承面(23)為中心位置，在相對應之半個內環(4,5)的外面上。

7.如申請專利範圍第1或2項所述的斜觸滾珠軸承，其中軸承的特徵是外殼(19,20)是單一組件與金屬的，最好的是用青銅或是用鋁或是用具有纖維之合成模具混合，或許編成辮子形，最佳的是在樹脂 P.E.E.K.(polyether-ether-cetone)中或用 CELERON 的碳短纖

4

維。

8.如申請專利範圍第1或2項所述的斜觸滾珠軸承，其中軸承的特徵是外環(2)的外面且/或半個內環(4,5)的內面都是或至少部分是銅沉澱覆蓋。

9.如申請專利範圍第1或2項所述的斜觸滾珠軸承，其中滾珠軸承的應用是在直昇機的圓形平面盤裝置。

圖式簡單說明：

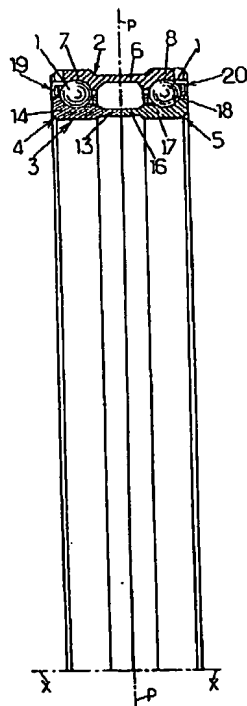
10. 第一圖是預負荷斜角接觸之混合滾珠軸承的軸向半剖面圖，

第二圖表現第一圖橫切面之軸承外環，

15. 第三圖表現第一圖之軸承半個內環之橫切面圖，與第二圖的情形相同，

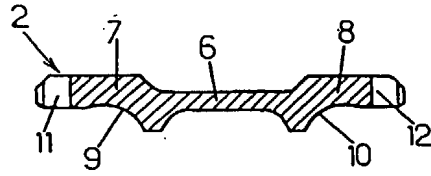
第四圖是第一圖之軸承兩個滾珠外殼之一的軸向半剖面圖，及

第五圖是第四圖外殼之橫切面圖。

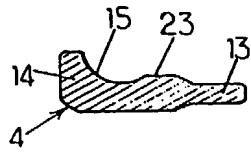


第一圖

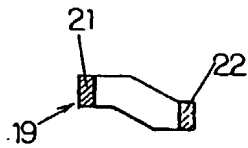
(3)



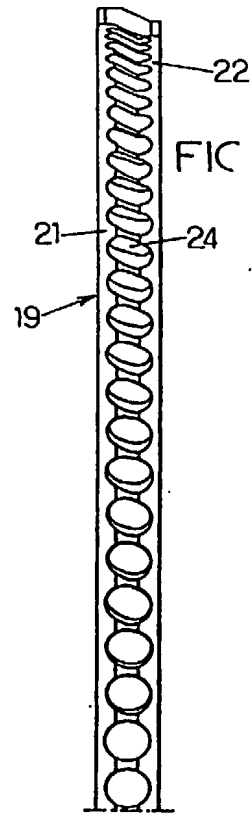
第二圖



第三圖



第五圖



第四圖

**« ROULEMENT A BILLES HYBRIDE A CONTACT OBLIQUE »****SNFA**

Invention de : **BIBET Alain**  
**CAHEZ Jean-Pierre**

**ABREGE**

Le roulement comprend deux rangées de billes (1) en céramique et à contact oblique entre des pistes de roulement intérieures, sensiblement dos-à-dos, sur une bague extérieure (2) en acier et des pistes de roulement extérieures, sensiblement face-à-face, sur des demi-bagues intérieures (4) et (5) aptes à être axialement préchargées l'une contre l'autre, les pistes des bagues extérieure (2) et intérieure (3) étant recouvertes d'un revêtement d'alliage à base de chrome dense coopérant avec la céramique des billes (1) pour donner au roulement une rigidité, une protection anti-corrosion et un comportement tribologique sous charge qui sont excellents, ainsi qu'une masse globale réduite, d'où une dégradation fortement réduite des graisses de lubrification et des coûts de maintenance réduits.

Application aux roulements à billes hybrides à contacts obliques préchargés de grands diamètres, pour encaisser des efforts axiaux, et en particulier à l'équipement des plateaux cycliques d'hélicoptères.

Figure 1.

0546-PI-076

89118307

1

**« ROULEMENT A BILLES HYBRIDE A CONTACT OBLIQUE »**

L'invention concerne un roulement à billes, du type dit à contact oblique, comprenant :

5 - une bague extérieure en acier, présentant deux pistes de roulement intérieures agencées sensiblement dos-à-dos et formées par des gorges de roulement dont la concavité est tournée radialement vers l'axe du roulement et axialement chacune latéralement d'un côté respectivement du roulement,

- une bague intérieure en acier, constituée de deux demi-bagues intérieures disposées côte-à-côte et aptes à être préchargées axialement l'une contre l'autre, et présentant chacune une piste de roulement extérieure formée par une gorge de roulement dont la concavité est tournée radialement vers l'extérieur du roulement et axialement vers l'autre demi-bague intérieure, de sorte que la piste de roulement extérieure de chaque demi-bague intérieure est en regard de l'une respectivement des deux pistes de roulement intérieures de la bague extérieure,

15 - deux rangées de billes, dont les billes de chaque rangée sont disposées entre les deux pistes de roulement de l'une respectivement des deux paires de pistes de roulement en regard, et en contact oblique avec ces deux pistes de roulement, et

20 - deux cages à billes, dont chacune retient les billes d'une rangée de billes respectivement et est disposée entre la bague extérieure et la demi-bague intérieure correspondante.

L'invention se rapporte plus particulièrement à des roulements à billes du type précité, de grande précision, par exemple de niveau ABEC7 ou 9, et notamment de qualité aéronautique.

25 Plus spécifiquement, l'invention concerne un roulement à billes du type précité, préchargé au montage par une précharge axiale des demi-bagues intérieures l'une contre l'autre, le roulement étant d'un grand diamètre et convenant à son application sur un dispositif de plateaux cycliques d'hélicoptère, c'est-à-dire un dispositif permettant la commande des pas collectif et cyclique des pales d'un rotor principal d'hélicoptère.

## 2

On connaît déjà des roulements à billes du type à contact oblique tel que défini ci-dessus, dont les bagues en acier coopèrent avec des billes également en acier.

Ces roulements connus ont pour inconvénient d'être sujets à une oxydation, qui peut conduire à un écaillage des billes comme des pistes de roulement, entraînant une durée de vie limitée des roulements.

Le problème à la base de l'invention est de remédier à cet inconvénient principal des roulements à billes de ce type de l'état de la technique.

A cet effet, l'invention propose un roulement à billes à contact oblique du type défini ci-dessus, qui se caractérise en ce que les billes des deux rangées sont en céramique, au moins en surface, et les bagues en acier sont revêtues, au moins sur leurs pistes de roulement, d'un revêtement en alliage à base de chrome.

On obtient ainsi un roulement à billes hybride, qui procure une excellente protection anti-corrosion, alliée à un excellent comportement tribologique sous charge essentiellement axiale, ce qui correspond au mode d'utilisation pour lequel les roulements à billes à contact oblique préchargés sont particulièrement destinés.

Avantageusement de plus, les billes des deux jeux sont frittées en céramique, ce qui procure en outre une réduction de masse importante, pouvant atteindre 10 % de la masse totale du roulement. Avantageusement, la céramique des billes est au moins en partie constituée de nitrure de silicium ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) ou de carbure de titane ( $\text{TiC}$ ).

L'acier de la bague extérieure et l'acier des demi-bagues intérieures sont avantageusement choisis parmi les aciers suivants : aciers à roulement traditionnels ayant subis au moins une refusion sous vide, de préférence 100C6 VIM-VAR, ou des aciers inoxydables dans la masse, de préférence du type PYROWEAR 675 ou XD15N, ce qui permet d'obtenir une grande durée de vie du roulement.

Avantageusement en outre, le revêtement en alliage de chrome est un revêtement à forte teneur en chrome et dense, c'est-à-dire sensiblement sans porosité de surface, et d'une épaisseur d'environ 2  $\mu\text{m}$  à environ 5  $\mu\text{m}$ , réalisé

## 3

par dépôt électrolytique, ce qui procure notamment une excellente protection anti-corrosion, résultant de la coopération de l'alliage de chrome du revêtement des pistes des bagues avec la céramique des billes, tout en procurant une rigidité supérieure à celle des roulements connus de ce type.

5 Ces propriétés favorables, et en particulier l'excellent comportement tribologique sous charge, entraînent une dégradation fortement réduite des graisses de lubrification d'un tel roulement, par rapport à ce qui est constaté sur les roulements de même type de l'état de la technique.

10 A raison de la protection anti-corrosion ainsi assurée, de la rigidité supérieure obtenue et de la réduction de la dégradation des graisses de lubrification, il en résulte qu'un roulement selon l'invention présente des coûts de maintenance très réduits.

15 La protection des bagues du roulement peut encore être améliorée en revêtant la face extérieure de la bague extérieure et/ou la face intérieure de chaque demi-bague intérieure au moins partiellement d'un dépôt de cuivre.

20 Concernant les cages à billes, chacune d'elles présente avantageusement une partie périphérique latérale externe décalée radialement vers l'extérieur par rapport à sa partie périphérique latérale interne, par laquelle chaque cage est centrée autour d'une portée cylindrique sur la face extérieure de la demi-bague intérieure correspondante. En outre, chaque cage à billes peut être monobloc et métallique ou en composite, par exemple en aluminium ou en bronze, ou encore en composite avec une matrice synthétique armée de fibres, éventuellement tressée, par exemple en CELERON (marque déposée) ou en fibres courtes de carbone dans une matrice P.E.E.K. (polyether-ether-  
25 cetone).

30 Un roulement à billes hybride à contact oblique préchargé selon l'invention, et de grand diamètre, trouve une application particulièrement avantageuse à l'équipement de dispositifs à plateaux cycliques pour hélicoptère, et, plus généralement, dans toutes les applications dans lesquelles des efforts axiaux importants sont encaissés, entre un arbre rotatif et un carter fixe par exemple.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description donnée ci-dessous, à titre non limitatif, d'un exemple de réalisation décrit en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en demi-coupe axiale d'un roulement à billes hybride à contact oblique préchargé selon l'invention,

- la figure 2 représente la bague extérieure du roulement de la figure 1 en coupe transversale, à une échelle supérieure,

- la figure 3 représente une coupe transversale d'une demi-bague intérieure du roulement de la figure 1, dans les mêmes conditions que la figure 2,

- la figure 4 est une demi-coupe axiale de l'une des deux cages à billes du roulement de la figure 1, et

- la figure 5 est une vue en coupe transversale de la cage de la figure 4.

La figure 1 représente un roulement hybride à double rangée de billes 1 en céramique, à contact oblique entre une bague extérieure 2 monobloc et une bague intérieure 3 constituée de deux demi-bagues intérieures 4 et 5, disposées côte-à-côte et axialement préchargées l'une contre l'autre en service.

Plus précisément, la bague extérieure 2 est en acier et de forme générale cylindrique. Cette bague extérieure 2 comprend une partie centrale 6 de diamètre externe plus faible que celui de ses deux parties latérales 7 et 8, entre lesquelles la partie centrale 6 s'étend, et qui chacune présente l'une respectivement de deux pistes de roulement intérieures 9 et 10. Ces pistes 9 et 10 sont réalisées sous la forme de gorges de roulement, de révolution autour de l'axe X-X du roulement et orientées sensiblement dos-à-dos, c'est-à-dire de gorges 9 et 10 de section radiale en arc-de-cercle présentant leur concavité radialement vers l'axe X-X du roulement et axialement chacune latéralement vers l'extérieur du roulement, du côté de la partie latérale 7 ou 8 correspondante.

Latéralement à l'extérieur de chaque gorge de roulement 9 ou 10, la partie latérale 7 ou 8 correspondante de la bague extérieure 2, présente, dans sa face latérale, trois encoches 11 ou 12, équidistantes en direction circonférentielle sur la périphérie latérale de la partie latérale 7 ou 8 correspondante, ces encoches 11 et 12 de la bague extérieure 2 étant destinées à réaliser une retenue en rotation de cette bague extérieure 2 sur un carter par exemple.



Chacune des demi-bagues intérieures 4 et 5 en acier comporte, comme représenté pour la demi-bague intérieure 4 sur la figure 3, une partie axiale interne 13, de forme cylindrique, de diamètre intérieur plus grand et de diamètre extérieur plus petit que ceux d'une partie axiale externe ou latérale 14, qui présente une piste de roulement extérieure 15. L'autre demi-bague intérieure 5 est d'une structure symétrique de celle de la demi-bague intérieure 4 et comporte également une partie axiale interne 16 et une partie axiale externe ou latérale 17 présentant une piste de roulement extérieure 18, les deux demi-bagues intérieures 4 et 5 étant espacées axialement l'une de l'autre d'un interstice calculé, au repos, et préchargées axialement l'une contre l'autre, au montage du roulement en configuration d'utilisation, et alors en contact axial par leurs parties axiales internes 13 et 16. Les pistes de roulement extérieures 15 et 18 ont la forme de gorges de roulement également de révolution autour de X-X, de section radiale en arc-de-cercle et dont la concavité de chacune est tournée radialement vers l'extérieur du roulement et axialement vers la piste de roulement extérieure 18 ou 15 de l'autre demi-bague intérieure 5 ou 4, c'est-à-dire que les pistes de roulement extérieures 15 et 18 de la bague intérieure 3 sont sensiblement disposées face-à-face.

Les billes 1 d'une rangée sont montées en contact roulant entre la gorge de roulement extérieure 15 de la demi-bague intérieure 4 et la gorge de roulement intérieure 9 en regard sur la bague extérieure 2, tandis que les billes 1 de l'autre rangée sont montées en contact roulant entre la gorge de roulement extérieure 18 de la demi-bague intérieure 5 et la gorge de roulement intérieure 10 en regard sur la bague extérieure 2.

Les billes 1 sont ainsi montées à contact oblique, par rapport au plan médian et radial P-P du roulement, qui est un plan de symétrie pour les composants du roulement, et qui correspond au plan de contact axial des demi-bagues intérieures 4 et 5 par leurs parties axiales internes 13 et 16, lorsque le roulement est préchargé axialement au montage, en configuration d'utilisation.

Le roulement comprend également deux cages à billes 19 et 20, également symétriques par rapport au plan radial P-P, et chacune monobloc. La cage 19 retient les billes 1 de la première rangée entre la bague extérieure 2 et

## 6

la demi-bague intérieure 4, entre lesquelles cette cage 19 est disposée, tandis que l'autre cage 20 retient les billes 1 de la seconde rangée entre la bague extérieure 2 et la demi-bague intérieure 5, entre lesquelles cette cage 20 est disposée. Comme représenté sur les figures 4 et 5 pour la cage 19, chacune  
5 des cages 19 et 20, qui est traversée radialement d'alvéoles 24 logeant chacune l'une respectivement des billes 1 correspondantes, comporte une partie périphérique latérale externe 21 décalée radialement vers l'extérieur par rapport à une partie périphérique latérale interne 22 de cette même cage 19 ou 20, qui est centrée par cette partie périphérique latérale interne 22 autour d'une  
10 portée cylindrique extérieure 23 (voir figure 3) ménagée sur la demi-bague intérieure correspondante 4 ou 5, entre la gorge de roulement 15 ou 18 correspondante et la partie axiale interne 13 ou 16 correspondante.

A noter que ces parties axiales internes 13 et 16 présentent également, sur leur périphérie latérale interne, au moins une encoche permettant la retenue en rotation des deux demi-bagues 4 et 5 de la bague intérieure 3 sur un  
15 arbre monté dans le roulement.

Les billes 1 des deux rangées de billes sont frittées en céramique, par exemple en Si3N4 ou TiC. Ces billes 1 en céramique coopèrent avec les gorges de roulement 9, 10 et 15, 16 des bagues 2 et 3 en acier qui sont revêtues,  
20 au moins sur les gorges de roulement, mais en variante sur toutes leurs surfaces lorsque l'acier des bagues 2 et 3 n'est pas inoxydable, d'un revêtement d'un alliage dense à forte teneur en chrome. L'acier choisi pour réaliser les bagues 2 et 3 est un acier à grande durée de vie, par exemple un acier à roulement traditionnel du type 100C6 élaboré par un procédé comportant une double  
25 refusion sous vide, lui donnant de grandes propriétés inclusionnaires (pour limiter les inclusions), un tel acier étant couramment dénommé 100C6 VIM-VAR. L'acier des bagues 2 et 3 peut également être un acier inoxydable dans la masse, dont l'inoxidabilité perdue au niveau des pistes 9, 10, 15 et 16 par une cémentation pratiquée sur ces pistes pour augmenter la dureté, est compensée par le revêtement d'alliage de chrome dense sur les pistes de roulement,  
30 un tel acier inoxydable dans la masse étant de préférence l'un de ceux commercialisés sous la dénomination PYROWEAR 675 de la société

CARPENTER (USA), et sous la dénomination commerciale XD15N de la Société française AUBERT ET DUVAL.

Le revêtement d'alliage de chrome dense est un revêtement sensiblement sans porosité de surface, dont l'épaisseur est d'environ 2  $\mu\text{m}$  à environ 5  $\mu\text{m}$ , et qui est réalisé par dépôt électrochimique, et plus précisément électrolytique. Ce dépôt est de préférence réalisé en mettant en œuvre le procédé de dépôt électrolytique connu sous le nom de marque « Electrolizing », mis en œuvre en France par la société DELAGE ELECTROLIZING S.A. de Chambéry, France. Ce procédé permet de déposer par voie électrolytique un revêtement de surface en un alliage dense, non magnétique, extrêmement dur, à forte teneur en chrome, à surface lisse régulière, uniforme, sans porosité ni nodule, procurant une protection contre la corrosion, une augmentation de la résistance à l'usure et une réduction des frottements, notamment.

Eventuellement, le revêtement d'alliage de chrome dense peut être appliqué sur toute la surface intérieure de la bague extérieure 2 comme sur toute la surface extérieure de chaque demi-bague intérieure 4 ou 5, lorsque l'acier des bagues 2 et 3 n'est pas inoxydable.

Eventuellement également, un revêtement de cuivre peut être déposé sur toute ou partie de la surface extérieure de la bague extérieure 2 et/ou sur toute ou partie de la surface intérieure de chaque demi-bague intérieure 4 ou 5, que l'acier des bagues 2 et 3 soit ou non inoxydable.

Concernant les cages 19 et 20, dont les faces latérales ne débordent pas des faces latérales des bagues 2 et 3, chaque cage 19 ou 20 monobloc peut être métallique, par exemple en bronze ou en aluminium. Mais chaque cage 19 ou 20 peut également être en matériau composite, par exemple avec une matrice synthétique en une résine thermoplastique telle que la résine P.E.E.K. (polyether-ether-cetone) armée de fibres de renfort, par exemple de fibres courtes de carbone. En variante, chaque cage 19 ou 20 composite peut également être réalisée dans le matériau commercialisé sous le nom de marque de CELERON, et réalisé à partir d'une trame tressée en coton enduite de résine polymérisée.

## 8

Le roulement décrit ci-dessus permet une réduction de masse importante, de l'ordre de 10 % grâce à la réalisation des billes 1 en céramique, et offre une rigidité supérieure à celle des réalisations de l'état de la technique, ainsi qu'une excellente protection anti-corrosion alliée à un comportement tribologique sous charge essentiellement axiale qui est excellent, en raison de la coopération de la céramique des billes 1 avec le revêtement d'alliage de chrome dense des gorges de roulement des bagues 2 et 3. Il en résulte également une dégradation des graisses et huiles de lubrification qui est fortement réduite, par rapport aux roulements de même type de l'état de la technique, et donc un coût de maintenance réduit.

Dans son application à l'équipement de dispositifs à plateaux cycliques pour hélicoptères, un roulement à billes selon l'invention permet d'atteindre 1200 heures de fonctionnement suivant un cycle opérationnel de l'hélicoptère sans regraissage.

R.O.C. Patent Application No.: 89118307  
Date of Amendment: 11/12/04  
Amended claims:

9

90 &gt; 8

### REVENDIGATIONS

1. Roulement à billes, du type à contact oblique, comprenant :
  - 5 - une bague extérieure (2) en acier, présentant deux pistes de roulement intérieures (9, 10) agencées sensiblement dos-à-dos et formées par des gorges de roulement dont la concavité est tournée radialement vers l'axe (X-X) du roulement et axialement chacune latéralement d'un côté respectivement du roulement,
  - 10 - une bague intérieure (3) en acier, constituée de deux demi-bagues intérieures (4, 5) disposées côte-à-côte et aptes à être préchargées axialement l'une contre l'autre, et présentant chacune une piste de roulement extérieure (15, 18) formée par une gorge de roulement dont la concavité est tournée radialement vers l'extérieur du roulement et axialement vers l'autre demi-bague
  - 15 intérieure (5, 4), de sorte que la piste de roulement extérieure (15, 18) de chaque demi-bague intérieure (4, 5) est en regard de l'une respectivement des deux pistes de roulement intérieures (9, 10) de la bague extérieure (2),
    - deux rangées de billes (1), dont les billes (1) de chaque rangée sont disposées entre les deux pistes de roulement (9-15 ; 10-18) de l'une respecti-
    - 20 vement des deux paires de pistes de roulement en regard, et en contact oblique avec lesdites pistes de roulement, et
    - deux cages (19, 20) à billes (1), dont chacune retient les billes (1) d'une rangée de billes respectivement et est disposée entre la bague extérieure (2) et la demi-bague intérieure (4, 5) correspondante,
    - 25 caractérisé en ce que les billes (1) des deux rangées sont en céramique, au moins en surface, et les bagues (2, 3) en acier sont revêtues, au moins sur leurs pistes de roulement (9, 10, 15, 18), d'un revêtement d'un alliage à base de chrome.
2. Roulement à billes selon la revendication 1, caractérisé en ce que les
- 30 billes (1) sont frittées en céramique.
3. Roulement à billes selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la céramique est au moins en partie constituée de Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> ou TiC.

4. Roulement à billes selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'acier de la bague extérieure (2) et l'acier de la bague intérieure (3) sont choisis parmi les aciers suivants : aciers à roulement traditionnels ayant subis au moins une refusion sous vide, de préférence du type 100C6 VIM-VAR, et aciers inoxydables dans la masse, de préférence du type PYROWEAR 675 ou XD15N.
5. Roulement à billes selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le revêtement d'alliage de chrome est un revêtement à forte teneur en chrome et dense, d'une épaisseur d'environ 2  $\mu\text{m}$  à environ 5  $\mu\text{m}$ , réalisé par dépôt électrolytique.
6. Roulement à billes selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que chacune des cages (19, 20) à billes (1) présente une partie périphérique latérale externe (21) qui est décalée radialement vers l'extérieur par rapport à une partie périphérique latérale interne (22) de la cage (19, 20), par laquelle ladite cage (19, 20) est centrée autour d'une portée cylindrique (23) sur la face extérieure de la demi-bague intérieure (4, 5) correspondante.
7. Roulement à billes selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que chaque cage (19, 20) à billes est monobloc et métallique, de préférence en bronze ou en aluminium, ou composite à matrice synthétique armée de fibres, éventuellement tressées, de préférence de fibres courtes de carbone dans une résine P.E.E.K. (polyether-ether-cetone) ou en CELERON.
8. Roulement à billes selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la face extérieure de la bague extérieure (2) et/ou la face intérieure de chaque demi-bague intérieure (4, 5) est/sont au moins en partie revêtue(s) d'un dépôt de cuivre.
9. Application d'un roulement à billes selon la revendication 1 ou 2 sur un dispositif à plateaux cycliques d'hélicoptère.

1546-P1-076

8911870

1/1

